

VII-6 オキシデーションディッチ法による実下水からの窒素除去に及ぼす好気・無酸素ゾーン比の影響

高知大学 学生会員 ○稲森奨, 正会員 藤原拓, 正会員 大年邦雄
前澤工業 非会員 吉野正章, 愛媛大学 正会員 西村文武

1. はじめに

オキシデーションディッチ法(以下 OD 法)ではディッチ内に溶存酸素(DO)濃度勾配が生じることから、酸素供給を一点で行い、適切な制御を行うことにより好気ゾーンと無酸素ゾーンを空間的に現出させ、硝化・脱窒反応を進行させることが可能となる。本研究では、実下水を対象としたベンチスケール実験により、好気ゾーン比および無酸素ゾーン比が OD 法による窒素除去に及ぼす影響について流入流量に時間変動を与えた条件下で評価した。

2. 実験方法

ディッチ内の流動を模擬しうる、図1に示す 8 槽完全混合槽列型の実験装置を高知県浦戸湾東部流域下水道高須浄化センター内に設置し、実下水の連続処理実験を行った。反応槽の有効容積は 300L であり、浄化センターの沈砂池流出水を目幅 2mm のスクリーンを通過させた後に反応槽へ流入させた。さらに本研究では、流入負荷の時間変動にともなう好気ゾーン比および無酸素ゾーン比の増減を抑制する制御手法として、まず曝気風量を変化させることにより第 6 槽の DO 値を一定に制御し、曝気槽から第 6 槽にかけて確実に好気ゾーンを現出させるようにした。この際、流入負荷変動によりディッチ内の酸素消費速度が変化することから、循環流量を変化させることで第 8 槽 DO 値が 0.2mg/L 程度になるように制御する「2点 DO 制御」を適用した。これにより流入負荷変動に関係なく第 1 槽から曝気槽直前の槽に確実に無酸素ゾーンを現出させた。なお RUN6 では第 5 槽の DO 値で曝気風量の制御を行った。

実験条件を表 1 に示した。RUN1 では流入流量を一定としたが、RUN2 から RUN6 では図 2 に示すパターンで流入流量に時間変動を与えた。全条件において水理学的滞留時間(HRT)は従来の OD 法の半分以下である約 12h に設定し高負荷運転を行うとともに、循環時間は平均 8 分程度とした。さらに曝気位置を変えることで好気ゾーン比および無酸素ゾーン比を変動させた。

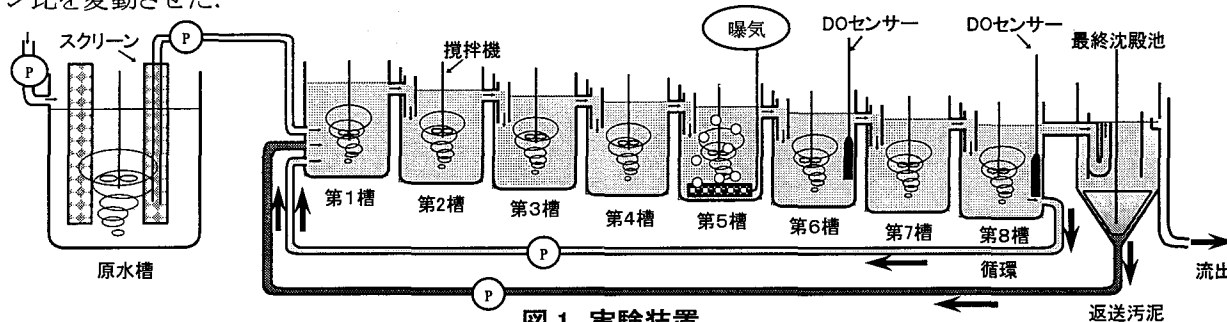


図1 実験装置

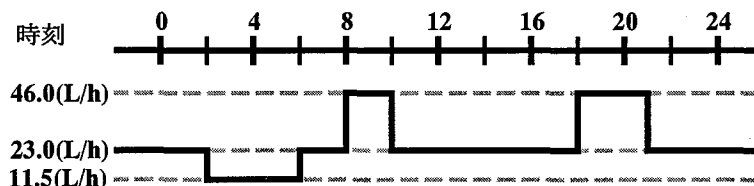


図2 流入流量変動パターン(RUN2～RUN6)

表1 実験条件

RUN		RUN1	RUN2	RUN3	RUN4	RUN5	RUN6
期間	-	2004/11/7 ～2004/12/8	2004/12/9 ～2005/1/19	2005/1/20 ～2005/5/15	2005/5/16 ～2005/6/8	2005/6/9 ～2005/6/22	2005/6/23 ～2005/7/8
日数	d	1-32	33-74	75-190	191-214	215-228	229-244
HRT	h	12.0	11.5				
循環時間	min	8.3	8.1	7.8	7.4	7.5	7.9
曝気槽	-	第5槽			第6槽	第4槽	第3槽
第6槽DO	mg/L	0.51	0.59	0.96	0.70	0.54	1.92(第5槽DO)
好気ゾーン比	-	0.22	0.23	0.26	0.16	0.33	0.50
無酸素ゾーン比	-	0.70	0.67	0.61	0.71	0.50	0.33

3. 結果および考察

図3にBODおよび窒素濃度の経時変化を示すとともに、図4に好気ゾーン比とアンモニア性窒素($\text{NH}_4^+\text{-N}$)除去率の関係および無酸素ゾーン比と全窒素(TN)除去率の関係を示した。図3(a)では、有機物の処理特性を評価する目的で、流出水は硝化抑制剤(アリルチオ尿素)を添加したBOD測定結果を示しており、かつ除去率もこれに基づき算出している。図より、流出水SS濃度が各々169mg/L、164mg/L、193mg/Lおよび95mg/Lと高かった23日、37日、67日および214日目を除けば、BODに関しては全てのRUNにおいて平均92%以上の安定した除去がなされたことが示されている。図3(b)に示されているように、上記の4日間を除く各RUNの平均TN除去率は各々81.9%、71.5%、81.2%、72.4%、87.6%および60.1%であった。図4(a)に好気ゾーン比($\text{DO} \geq 0.5\text{mg/L}$ のゾーンが全容積中に占める割合)と $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 除去率の関係を示した。好気ゾーン比が0.125以下では平均除去率が76.0%であるのに対して、0.25および0.375以上では各々90.5%および94.3%の平均除去率を得た。しかしながら、RUN2の後半に $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 除去率は急激に増大し、流入流量変動が存在する場合には、好気ゾーン比が0.25でも硝化不足になる場合があることが示された。図4(a)より、安定して良好な硝化反応を生じさせるためには好気ゾーン比が0.25以上かつ全体の25%以上で0.90mg/L以上のDOが必要と考えられた。図4(b)に無酸素ゾーン比($\text{DO} \leq 0.1\text{mg/L}$ のゾーンが全容積中に占める割合)とTN除去率の関係を示した。図中の※印は多量のSSが流出した上記の4日間または硝化反応が良好に行われず $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 除去率が80%未満であった日を示しており、これらは脱窒反応以外の要因でTN除去率が低下した日である。これらの日を除くと無酸素ゾーン比の増加にともないTN除去率は向上しており、無酸素ゾーン比が0.25以下、0.375から0.5、および0.625以上では平均除去率は各々50.4%、81.5%および81.2%であった。良好な脱窒反応のためには無酸素ゾーン比が0.4~0.5程度必要であると考えられる。

4. まとめ

流入流量変動が存在する場合に、OD法で安定して硝化反応および脱窒反応を進行させるには、好気ゾーン比が0.25以上かつ全体の25%以上で0.90mg/L以上のDOが必要であること、また無酸素ゾーン比は0.4以上必要であることが示された。さらに、この条件を同時に満たしたRUN5における平均 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 除去率および平均TN除去率は各々95.5%および87.6%と非常に高い除去率が得られ、効率的な窒素除去に必要な好気ゾーン比および無酸素ゾーン比を保つために「2点DO制御」は有効であることも証明された。

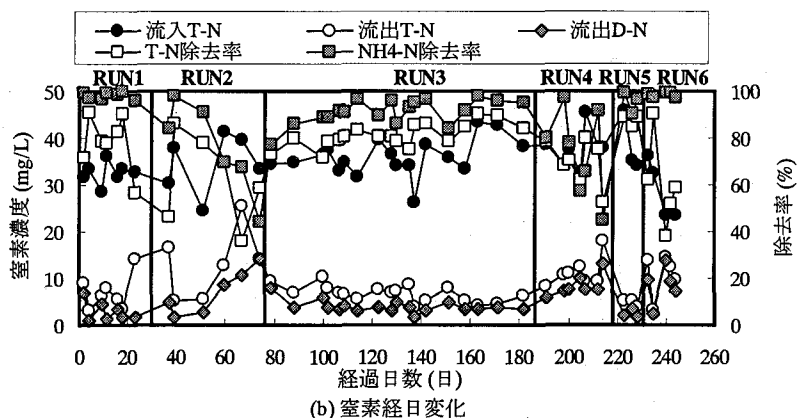
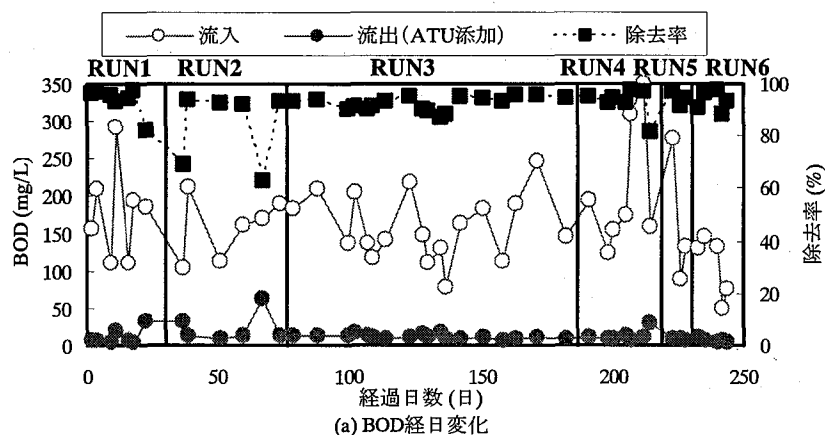


図3 処理特性

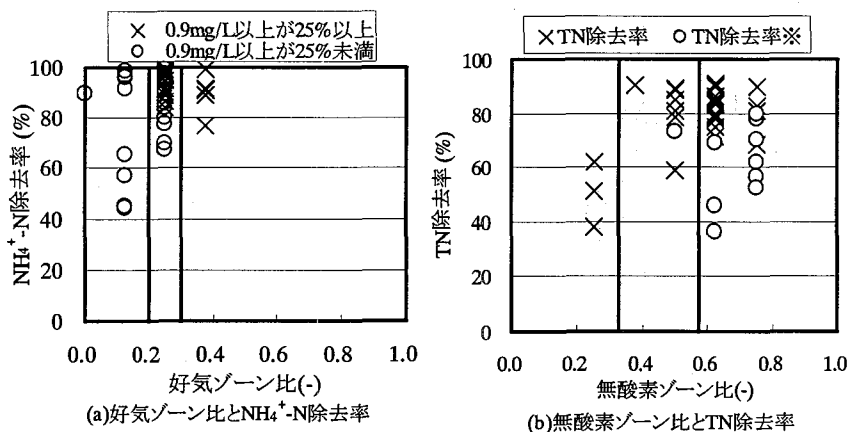


図4 好気・無酸素ゾーン比と窒素除去率の関係